VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

MATERIALE COMPOZITE

CONSIDERAȚII GENERALE ŞI CLASIFICARE

În cadrul generației de materiale noi care înlocuiesc metalele în aplicațiile tehnice, un loc deosebit de important îl ocupă compozitele, cunoscute, până nu demult, sub denumirea de materiale plastice consolidate. Materialele compozite sunt primele materiale a căror structurare moleculară o realizează omul astfel încât arhitecturii obținute să-i fie conferite rezistențe deosebite în direcții preferențiale.

Materialele compozite sunt amestecuri de două sau mai multe componente ale căror proprietăți se completează reciproc, conferind arhitecturii noi obținute proprietăți superioare celor specifice fiecărei componente în parte.

Componentele materialelor compozite cooperează la nivel molecular astfel încât deficiențele unora sunt compensate de calitățile altora, rezultând un ansamblu molecular cu proprietăți deosebite pe care componentele izolate nu le posedă.

Din punct de vedere tehnic, noțiunea de materiale compozite se referă la materialele care posedă următoarele proprietăți:

- sunt create artificial, prin combinarea diferitelor componente (sunt excluse compozitele naturale sau cele apărute fără intenția de a crea un compozit, precum lemnul, fonta cenuşie etc.);
- reprezintă o combinare a cel puțin două materiale deosebite din punct de vedere chimic, între acestea existând o suprafață de separație distinctă;
- posedă proprietăți pe care componentele luate separat nu le pot avea.

Avantajul major al compozitelor rezidă în posibilitatea modulării proprietăților , care permite obținerea unor materiale foarte variate, fiind posibilă astfel extinderea sferei aplicațiilor tehnice. În cele mai multe cazuri, compozitul include un material de bază, numit **matrice**, în care se găseşte dispersat un material complementar sub formă de fibre sau particule. Principalele proprietăți care se doresc a fi obținute îmbunătățite sunt:

- rezistența la rupere;
- rezistența la uzură;
- densitatea;
- rezistența la temperaturi ridicate;
- duritatea superficială;
- stabilitatea dimensională;
- capacitatea de amortizare a vibrațiilor

O clasificare mai generală a materialelor compozite (fig. 1), care le prezintă într-un mod sintetic, are la bază utilizarea concomitentă a două criterii, şi anume:

- **particularitățile geometrice ale materialului complementar;**
- **modul de orientare a materialului complementar în matrice**.

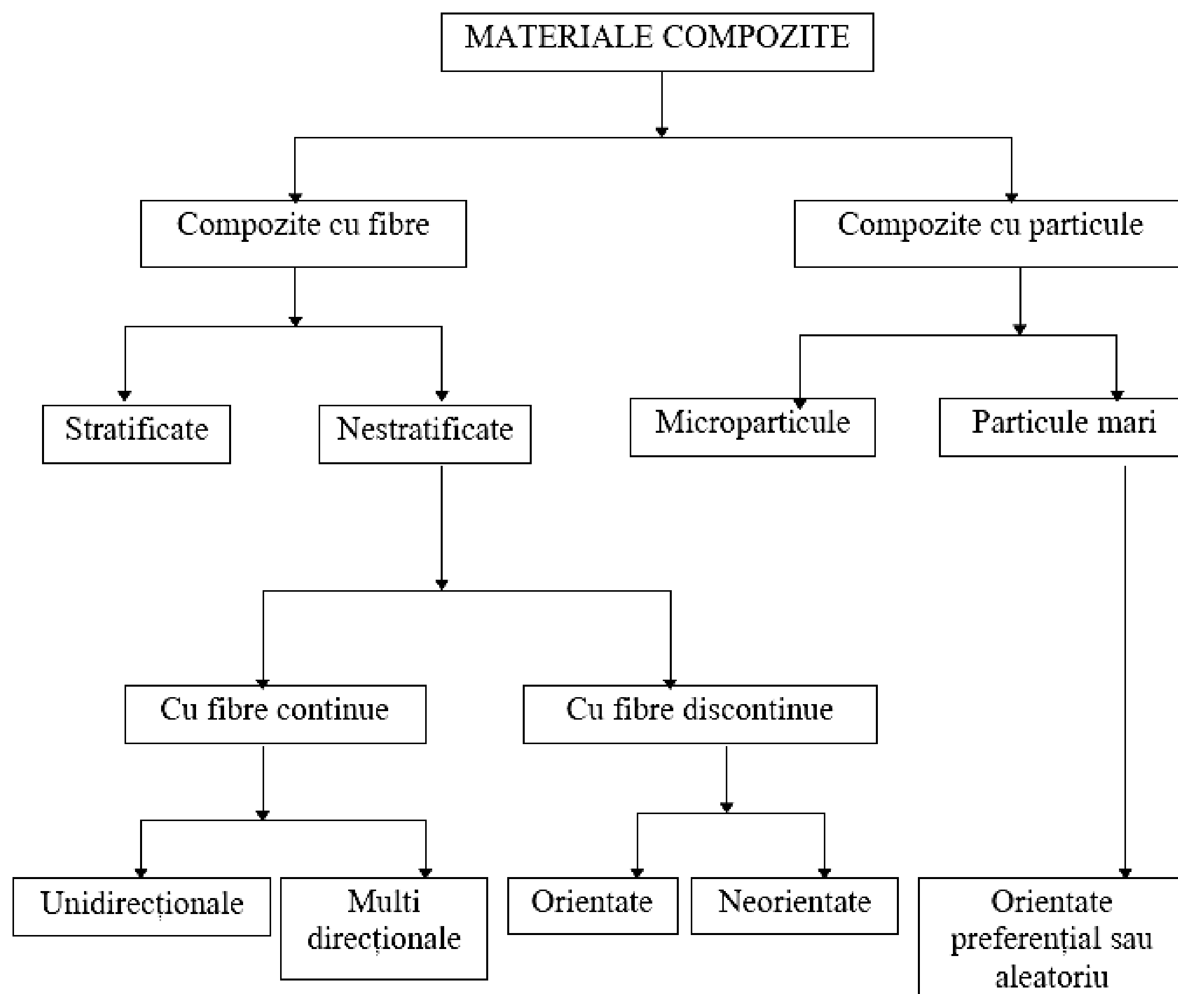


Fig. 1. Schema clasificării materialelor compozite

FAZELE CONSTITUTIVE ALE MATERIALELOR COMPOZITE

Matricea compozitelor

Compozitele trebuie să posede o matrice constituită dintr-un material capabil să înglobeze componenta dispersă fără a o distruge prin dizolvare, topire, acțiune mecanică sau reacție chimică. Natura matricei este cea care conferă în mare parte rezistența materialului compozit la temperaturi ridicate şi la acțiunea corosivă a mediului. În cele mai multe cazuri, matricea reprezintă partea deformabilă a compozitului, rezistența sa mecanică fiind mai mică decât a materialului complementar pe care-l include. Alegerea matricei se face în funcție de scopul urmărit şi de posibilitățile de producere a compozitului. Tehnologiile actuale presupun utilizarea a numeroase tipuri de matrice: metalică, ceramică, organică.

Matrice metalice s-au folosit în scopul obținerii unor compozite adecvate utilizării la temperaturi relativ mari, stabilitatea lor termică impunându-se a fi deosebită în condițiile de temperatură în care se lucrează. Metalele prezintă şi alte proprietăți specifice care le recomandă utilizării în calitate de matrice: *proprietăți mecanice bune*, *conductivitate termică şi electrică mari*, *stabilitate dimensională*, *rezistență mare la aprindere*, *capacitate bună de prelucrare*, *porozitate scăzută*. În schimb, metalele prezintă inconvenientul densității relativ mari (1,74 g/cm^3 – 7,0 g/cm^3), iar uneori producerea compozitelor este mai dificilă.

Matricele metalice cele mai folosite sunt cele pe bază de aluminiu, cupru, magneziu, titan, fier şi aliajele acestora (tabelul 1), tehnologiile de fabricație presupunând folosirea lor în stare solidă (sub formă de pulbere), lichidă (topitură), păstoasă sau în stare de vapori.

Tabelul 1

Materialul metalic	**Căldura specifică kJ/kg·K**	**Conductivitatea termică W/mK**	**Coeficientul de dilatare termică x 10^{-6} C^{-1}**
Al şi aliajele sale	0, 875 – 0,980	130 – 247	22,90 – 23,60
Cu şi aliajele sale	0,376 – 0,439	189 – 391	16,20 – 18,30
Aliaje pe bază de Mg	1,05	100 – 107	26,10 – 26,60
Aliaje pe bază de Ti	0,540 – 0,670	6,60 – 19	9 – 9,50
Superaliaje	0,40 – 0,42	10,9 – 12,7	10,6 – 11,9

În cazul matricelor metalice rezistente la temperaturi înalte nu se poate folosi un material complementar de natură organică, ci doar unul de natură ceramică sau metalică. Materialele metalice folosite ca materiale de bază (ca matrice) se remarcă prin foarte bune proprietăți tribologice (în special prin rezistență mare la uzură) şi o bună rezistență la impact.

În prezent se folosesc două categorii de compozite având caracteristici funcționale superioare:

- cu matricea din aluminiu, armată cu particule de carbură de siliciu (până la 15% din volum), obținută prin turnare în amestecuri de formare fluide;
- cu matricea din oțel, ranforsată prin folosirea carburii de wolfram (se elaborează printr-un procedeu original, materialul folosindu-se în stare semifluidă).

În cazul materialelor compozite destinate produselor exploatate la temperaturi mai mici decât 450 ^{0}C se poate utiliza ca matrice aluminiul sau aliajele sale, datorită costului relativ scăzut, densității mici, conductivității termice mari, fluidității bune şi prelucrării uşoare.

Comportarea aliajelor de aluminiu la temperaturi înalte poate fi îmbunătățită prin utilizarea titanului ca element de aliere. Prezența acestuia măreşte stabilitatea termică şi influențează pozitiv caracteristicile structurii primare.

În ultimul timp s-au impus matricele pe bază de titan şi aliajele sale datorită ductibilității bune şi a posibilității controlului interacțiunii chimice cu materialul complementar. Matricele din titan au densități mici şi rezistență la rupere bună (în special cele aliate cu aluminiu, vanadiu, molibden, crom), fragilitate la rece redusă, iar coeficientul de dilatare liniară este de 1,4 ori mai mic decât cel al fierului şi de 2,8 ori mai mic decât cel al aluminiului, ceea ce înseamnă o stabilitate dimensională mai mare la temperaturi înalte.

Matrice ceramice. Compozitele obținute prin utilizarea ceramicii tehnice (tot mai frecvent) sunt caracterizate prin proprietăți intrinseci remarcabile (tabelul 2), datorate în principal tăriei legăturilor interatomice, care limitează mişcarea electronilor. Aceste proprietăți deosebite sunt:

- rezistența mecanică mare la temperaturi înalte;
- rezistența la rupere foarte mare, uneori mai mare decât a celor mai bune oțeluri;
- rezistența la oxidare şi la acțiunea agenților chimici;
- duritatea mare şi stabilă la creşterea temperaturii.

Materialele ceramice au o fragilitate mare, determinată de existența defectelor interne şi superficiale, dar care este redusă substanțial de prezența materialului complementar cu care stabileşte interacțiuni cooperative. Prezența materialului de ranforsare blochează procesul de propagare a fisurilor, determinând astfel creşterea semnificativă a tenacității.

Tabelul 2

Materialul	Rezistența la flexiune MPa	Coeficientul de dilatare termică $x\ 10^{-6}\ C^{-1}$	Modulul de elasticitate GPa	Rezistența la şoc termic ^{0}C
Alumina	350	7,4	385	96
Carbura de siliciu	420	3,8	406	230
Nitrura de siliciu	315	2,4	175	570

Matrice organice (polimerice). Materialele organice folosite frecvent ca matrice sunt cele termoplastice şi cele termorigide (tabelul 3). Proprietățile acestor materiale sunt dependente aproape în exclusivitate de temperatură, comportarea lor fiind determinată de tăria legăturilor dintre atomi, numărul legăturilor chimice existente în unitatea de volum şi rezistența la degradare a legăturilor sub acțiunea unor agenți externi.

Materialele organice, deşi posedă multe dintre caracteristicile cerute de utilizarea lor ca matrice, prezintă şi numeroase dezavantaje:

- rezistență mecanică redusă la temperaturi înalte;
- menținerea în stare lichidă după preparare un timp scurt;
- conductivitate termică scăzută;
- coeficient de dilatare termică mare (deci stabilitate dimensională mică);
- rezistență relativ mică la şoc mecanic.

Tabelul 3

Materialul	Densitatea g/cm^3	Rezistența la tracțiune MPa	Modulul de elasticitate GPa
Răşini poliesterice	1,10 – 1,46	12 – 90	3,5 – 4,3
Răşini fenolice	1,25 – 1,30	49 – 56	5,24 – 7,00
Răşini epoxidice	1,11 – 1,40	28 – 91	2,44
Poliamide	1,01 – 1,15	46 – 85	0,60 – 1,34
Polipropilena	0,90 – 0,91	30 – 59	1,11 – 1,57

Răşinile sintetice şi în general plasticele sunt cele mai utilizate materiale organice pentru obținerea de matrice, deoarece procedeele tehnologice implicate sunt simple şi cu costuri scăzute. Principalul avantaj al compozitelor cu matrice organică, anizotropia, ridică probleme în cazul pieselor cu forme complicate şi variații bruşte de secțiune. În contrast cu răşinile termorigide, termoplastele permit aplicarea unor tehnici de fabricație uşor adaptabile la orice formă a piesei, elaborarea unor procese tehnologice flexibile şi eficiente, utilizarea unor procedee de formare superplastică.

Principalul neajuns al matricelor de tip plastic este rezistența termică redusă. De aceea, o atenție deosebită se acordă materialelor organice gen sticlă, care folosite ca metrici permit obținerea unor compozite rezistente la temperaturi de lucru cuprinse între 500 ^{0}C şi 1200 ^{0}C.